
Pengaruh Penambahan Remazol Yellow Fg Terhadap Fotoreduksi Ion Cr(VI) Terkatalisis TiO₂ – Karbon Aktif

Raudlotul Izza¹, Sri Wahyuningsih², Rosyid Ridho³

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas PGRI Banyuwangi

Email korespondensi : rosyidridho@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan Remazol YellowFG terhadap efektifitas fotoreduksi Ion Cr(VI) terkatalisis TiO₂ – karbon aktif. Penelitian dilakukan dengan system batch. Proses fotoreduksi dilakukan dalam suatu reaktortertutup yang dilengkapi dengan lampu UV dan serbuk fotokatalis TiO₂ – karbon aktif dengan disertai pengadukan selama waktu tertentu. Pengujian aktivitas fotokatalis dilakukan dengan mereaksikan 50 mg Fotokatalis TiO₂-Karbon aktif untuk mereduksi 50 mL larutan ion Cr(VI) yang disinari oleh sinar lampu UV sebagai sumber cahaya dengan variasi waktu penyinaran penyinaran sebesar 4, 8, 16, dan 24 jam. Langkah yang sama dilakukan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal ion Cr(VI). Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal ion Cr(VI) terhadap fotoreduksi digunakan larutan Cr(VI) dengan konsentrasi bervariasi yaitu 2,5; 5; 10; 20 dan 25 mg/L. Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal Remazol YellowFG terhadap fotoreduksi ion Cr(VI), proses dilakukan terhadap sistem yang ditambah Remazol YellowFG dengan konsentrasi bervariasi yaitu 1; 2,5; 5; 10; dan 15 mg/L. Dari hasil penyinaran menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu penyinaran semakin tinggi % ion Cr yang tereduksi, dalam penelitian ini efektivitas fotoreduksi terbaik adalah pada waktu 24 jam dengan konsentrasi ion Cr(VI) 5 ppm sebesar 93,40% ion Cr(VI) yang tereduksi.

Kata Kunci: Fotoreduksi , TiO₂ – Karbon Aktif, Ion Cr(VI)

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman dan bertambah pesatnya ilmu pengetahuan serta teknologi mendorong akan munculnya berbagai macam industri baik dalam skala besar maupun dalam skala kecil. Adanya berbagai macam industri akan berpengaruh pada perekonomian masyarakat dengan meningkatkan taraf hidup masyarakat menjadi lebih baik. Tetapi disisi lain dengan adanya berbagai macam

industri akan menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan. Permasalahan yang muncul yakni salah satunya industri tekstil yang mendistribusikan polutan – polutannya ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan dan pengontrolan.

Limbah cair industri merupakan salah satu polutan yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat atau industri yang mengandung hampir 0,1 % benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan anorganik (Mahida, 1984). Menurut Kirk dan Othmer (1992), Remazol Yellow FG merupakan salah satu contoh zat warna organik yang reaktif. Remazol Yellow FG menjadi pilihan karena tergolong murah sementara gugus kromofornya mudah sekali dalam memberikan warna-warna yang cerah dan tahan uji.

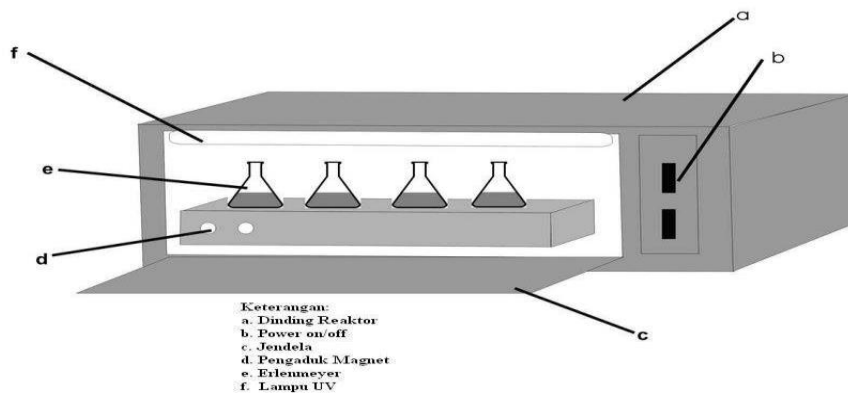
Adapun pencemaran anorganik seperti pencemaran kromium dalam tanah maupun perairan merupakan permasalahan lingkungan yang banyak mendapat perhatian di seluruh dunia (Buerge and Hug, 1998; Wieling, et al., 2001). Toksisitas dan mobilitas Cr(VI) lebih besar dari pada Cr(III) sementara Cr(III) dalam jumlah kecil merupakan bahan pokok yang diperlukan untuk metabolisme karbohidrat dalam mamalia (Sperling, et al., 1992). Unsur kromium di alam terutama terdapat dalam tiga bentuk stabil, yaitu kromium logam, kromium(III), dan kromium(VI). Kromium(III) umumnya merupakan bentuk yang umum dijumpai di alam dan dalam material biologis. Kromium(III) memiliki sifat racun yang rendah dibandingkan dengan kromium(VI). Kromium(VI) merupakan salah satu material anorganik pengoksida tinggi. Kromium(VI) dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, saluran pernapasan, dan kanker paru-paru (Fatria, 2006).

Dalam beberapa dekade ini, metode fotoreduksi yang menggabungkan cahaya ultraviolet dengan partikel semikonduktor sebagai fotokatalis. Fotokatalis yang telah diuji secara intensif dan diaplikasikan pada teknologi lingkungan adalah TiO₂-Karbon aktif. proses fotokatalitik menggunakan semikonduktor TiO₂

dengan sinar UV sebagai sumber penyinaran telah menunjukkan potensi untuk mengatasi permasalahan dari logam berat. Fotokatalis merupakan suatu proses yang dibantu oleh adanya cahaya pada material katalis (dalam hal ini TiO_2). Sifat fotokatalis pada TiO_2 memiliki keunggulan dimana logam berat dapat direduksi menjadi senyawa yang tidak berbahaya menjadi air dan karbon dioksida, serta lebih hemat pemakaian bahan kimia dan energinya (Dumitriu, 2000).

METODE PENELITIAN

Desain reaktor yang digunakan dilengkapi dengan satu set alat pengaduk magnetik merk spinbar ukuran 2 cm dan lampu UV tipe black light blue (BLB) 40 Watt, 220 Volt, alat gelas laboratorium seperti erlenmeyer, pipet volum, corong gelas, labu ukur, gelas beker, pH meter Orion, neraca analitik Mettler AE 200, Centrifuge IEC (International Equipment Company) AGIMATIC-N, Spektroskopi UV-VIS.



Gambar 1. Desain Reaktor.

Preparasi Sampel

Imobilisasi TiO_2 – karbon aktif

Larutan Ti (IV) isopropoksida dalam etanol dan air sebanyak 100 ml ditambah dengan 1 gram karbon aktif penukar kation dan diaduk selama 24 jam dengan pengaduk magnet. Selanjutnya dilakukan pemisahan dengan kertas saring Whatman 42, sehingga diperoleh filtrat dan padatan. Padatannya dikeringkan dan dikalsinasi pada suhu $200\text{ }^\circ\text{C}$. Setelah itu, padatan tersebut siap untuk dikarakterisasi

dengan metode difraksi sinar X (XRD) maupun diuji sebagai fotokatalis.

Pembuatan Larutan Induk $K_2Cr_6O_4$

Pembuatan konsentrasi 100 ppm Cr_6^{+} . $K_2Cr_6O_4$ ditimbang sebanyak 0,01 gram, kemudian di larutkan dalam aquades kedalam labu ukur 100 ml. Pengenceran 5ppm dalam 50 ml.

Pembuatan Larutan Induk Remazol YellowFG

Pembuatan larutan dengan konsentrasi 100ppm Remazol Yellow FG. Remazol Yellow FG di timbang sebanyak 0,01 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades kedalam labu ukur 100 ml. Pengenceran 5ppm dalam 50 ml.

Uji Fotokatalitik

Proses fotoreduksi ion Cr(VI) dilakukan dengan sistem *batch* dalam reaktor yang dilengkapi lampu UV dan plat yang dilengkapi pengaduk pada jarak 15 cm dari lampu UV. Untuk itu, sebanyak 50 mg TiO_2 – karbon aktif dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan Cr(VI) 5 mg/L sebanyak 50 mL, sehingga diperoleh suatu suspensi. Erlenmeyer ditutup dengan plastik transparan kemudian disinari dengan lampu UV yang disertai pengadukan selama waktu yang bervariasi yaitu: 4, 8, 16, dan 24 jam. Untuk memperoleh filtrat dari suspensi tersebut dilakukan penyaringan dengan kertas saring whatman 42. Filtrat yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan AAS untuk menentukan konsentrasi ion Cr(VI) sisa atau tidak tereduksi.

Langkah yang sama dilakukan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal ion Cr(VI). Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal ion Cr(VI) terhadap fotoreduksi digunakan larutan Cr(VI) dengan konsentrasi bervariasi yaitu 2,5; 5; 10; 20 dan 25 mg/L. Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal Remazol Yellow terhadap fotoreduksi ion Cr(VI), proses dilakukan terhadap sistem yang ditambah Remazol Yellow dengan konsentrasi bervariasi yaitu 1; 2,5; 5; 10; dan 15 mg/L.

HASIL DAN PEMBAHASAN

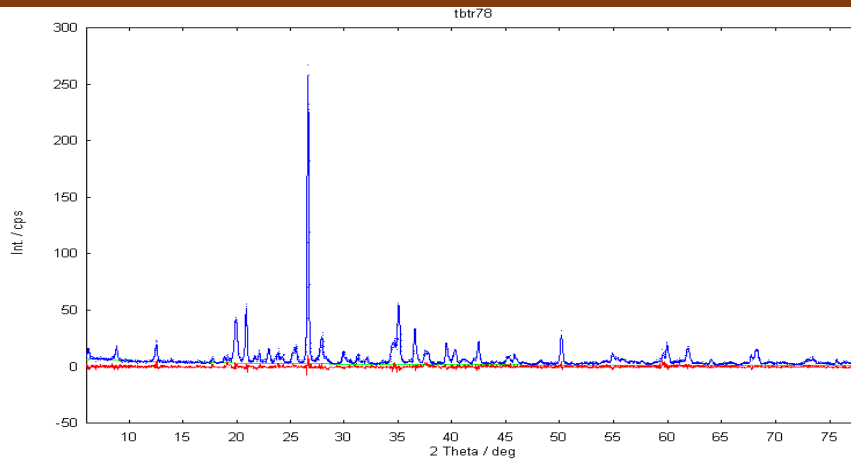
Preparasi Fotokatalis TiO₂ – Karbon Aktif

Preparasi TiO₂ – Karbon aktif dilakukan dengan menggunakan Karbon Aktif sebagai pengemban dan titanium isopropoksida (TtiP) sebagai sumber ion Ti dalam pelarut etanol dan air. Dalam proses tersebut TtiP bereaksi dengan etanol membentuk ion Ti(OH)₂²⁺.

Dalam proses preparasi TiO₂ – Karbon aktif tersebut terdapat tiga kemungkinan posisi TiO₂ dalam TiO₂ – Karbon aktif yang akan terjadi. Yaitu ion Ti(OH)₂²⁺ berada pada sisi pertukaran ion karena mengalami penukaran pada gugus karboksilat. Kedua ion Ti(OH)₂²⁺ masuk dalam pori – pori karbon aktif hal ini dikarenakan ion Ti(OH)₂²⁺ bermuatan positif yang mempunyai ukuran yang kemungkinan bisa masuk kedalam pori – pori karbon aktif, dan stuktur karbon aktif mempunyai banyak elektron sehingga ion Ti(OH)₂²⁺ akan mudah masuk dalam pori – pori karbon aktif. Dari kalsinasi dapat terbentuk TiO₂ yang ada di tengah stuktur karbon aktif dan kemungkinan yang ketiga yaitu pembentukan TiO₂*double layer* di ujung struktur karbon aktif, *double layer* bisa terjadi pada ujung struktur di karenakan TiO₂ tidak terikat dalam struktur karbon aktif yang lain. Dalam menghasilkan TiO₂ – Karbon aktif dilakukan kalsinasi terhadap Ti(OH)₂²⁺ dalam karbon aktif pada suhu 200°C.

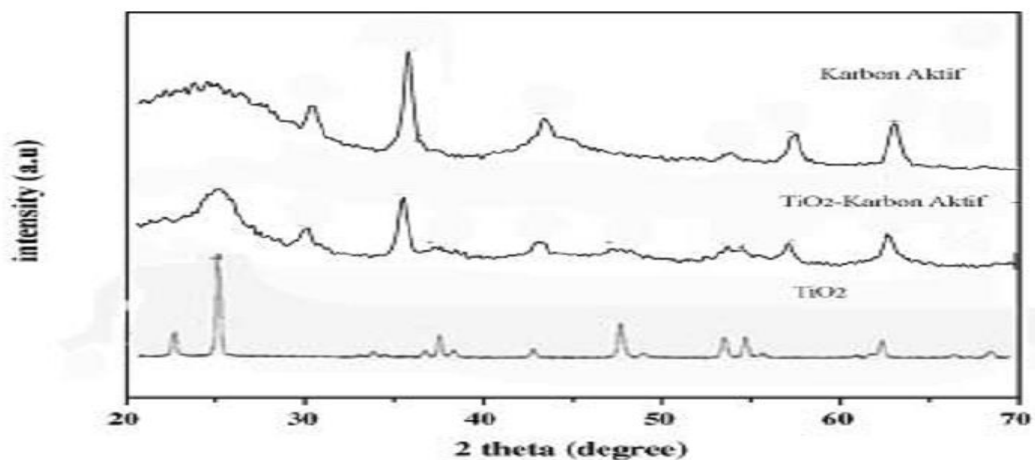
Karakterisasi XRD TiO₂-Karbon Aktif

Analisis menggunakan difraksi sinar X bertujuan untuk memberikan informasi tentang terbentuk atau tidaknya gugus – gugus pada TiO₂ – Karbon aktif. Pada penelitian ini data standart karakterisasi TiO₂ diperlukan sebagai acuan untuk melihat terbentuk atau tidaknya TiO₂ terimpregnasi ke dalam Karbon aktif. Data standart xrd TiO₂ ditunjukkan pada gambar 4.1 :



Gambar 2. hasil standart TiO₂

Dari grafik 2 menunjukkan bahwa data XRD TiO₂ standart adalah sudut difraksi $2\theta = 27,45^\circ$ dan $36,09^\circ$. Puncak tersebut sesuai dengan puncak khas rutil seperti yang dilaporkan oleh Fatimah dan Karna W (2005). TiO₂ mempunyai dua struktur kristal yaitu *anatase* dan *rutile* yang selalu berada dalam campurannya, masing-masing ditandai oleh sudut 2θ yang karakteristik yaitu $3,47$ untuk *anatase* dan $3,24$ untuk *rutile* (Fatimah dan Karna W, 2005).



Gambar 3 Hasil karakterisasi XRD

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa TiO₂ – Karbon Aktif memiliki serapan TiO₂ yang cukup tinggi pada daerah $2\theta : 23^\circ, 25^\circ, 48^\circ$. Serta menunjukkan intensitas sedang pada daerah $2\theta : 38^\circ$. Dan juga telah terbentuk serapan karbon aktif amorf

pada 2θ : 20° sampai 25° , dan intensitas tajam pada 2θ : 35° , 57° , 64° . Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa telah terbentuk TiO_2 dan Karbon Aktif pada fotokatalis TiO_2 -Karbon Aktif.

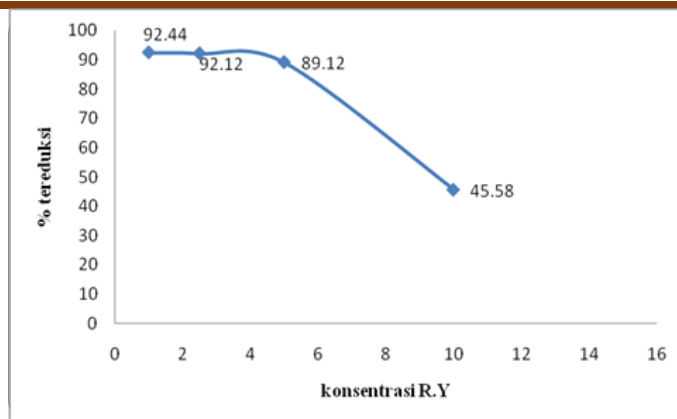
Aplikasi TiO_2 – Karbon Aktif sebagai Pereduksi Ion Cr(VI)

Proses fotoreduksi Ion Cr(VI) menggunakan katalis TiO_2 – Karbon Aktif dilakukan dengan cara menyinari campuran larutan Ion Cr(VI) dengan serbuk TiO_2 – Karbon Aktif. Penyinaran dilakukan menggunakan lampu UV. Efektivitas fotoreduksi dinyatakan dalam % konsentrasi Cr(VI) tereduksi yang di hitung berdasarkan selisih antara konsentrasi Ion Cr(VI) mula – mula dengan konsentrasi sisa atau yang tereduksi. Penentuan konsentrasi Ion Cr(VI) dianalisis menggunakan spektrofotometri serapan atom teknik uap dingin (*Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry, CV-AAS*). Proses fotoreduksi terkatalisis TiO_2 – karbon aktif yaitu proses reduksi yang diinduksi oleh energi foton atau cahaya ultraviolet dan dipercepat oleh TiO_2 – karbon aktif sebagai fotokatalis.

Pengaruh penambahan variasi Remazol YellowFG terhadap efektivitas fotoreduksi ion Cr(VI) terkatalisis TiO_2 – karbon aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh adanya penambahan variasi Remazol YellowFG terhadap efektivitas fotoreduksi ion Cr(VI) terkatalisis TiO_2 – Karbon Aktif. Penelitian ini dilakukan dengan cara menyinari larutan Remazol YellowFG dengan variasi konsentrasi sebesar 1, 2,5, 5, 10, dan 15ppm dan ditambahkan larutan ion Cr(VI) sebesar 5ppm dengan massa TiO_2 – Karbon Aktif sebanyak 50mg kemudian dilakukan penyinaran dengan sinar UV selama 24 jam.

Menunjukkan hasil pada gambar berikut :



Gambar.4 pengaruh penambahan Variasi konsentrasi Remazol YellowFG terhadap efektivitas fotoreduksi Cr(VI) terkatalisis TiO₂.

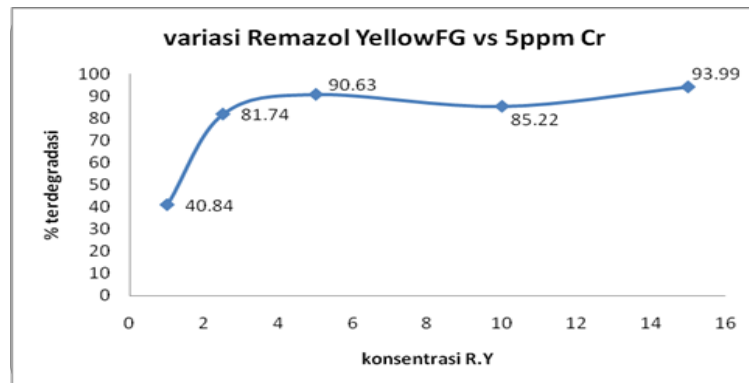
Dari gambar 4 menunjukkan dengan adanya penambahan Remazol Yellow dimasing – masing konsentrasi ion Cr(VI) memperlihatkan efektivitas fotoreduksi. Semakin tinggi konsentrasi Remazol YellowFG dengan massa konsentrasi Ion Cr(VI) yang relatif tetap menunjukkan semakin rendah efektivitas fotoreduksi Ion Cr(VI). Pada gambar 4.7 terlihat % tereduksi tertinggi pada titik 1ppm dan 2,5ppm sebesar 92,12% - 92,44%. Pada konsentrasi 1ppm dan 2,5ppm Remazol YellowFG, masih menunjukkan % tereduksi yang cukup baik ini dikarenakan Ion Cr(VI) dapat menangkap e⁻ yang terbentuk setelah dilakukan penyinaran menggunakan sinar UV.

Seiring semakin banyaknya elektron yang digunakan untuk mereduksi ion Cr(VI), maka hole yang tersedia akan semakin banyak pula, yang akan digunakan untuk proses fotodegradasi Remazol YellowFG. Sehingga pada konsentrasi 1ppm dan 2,5ppm Remazol YellowFG terhadap 5ppm ion Cr(VI) masih mampu menghasilkan % tereduksi yang cukup baik. Akan tetapi, pada penambahan Remazol YellowFG yang semakin tinggi mengakibatkan penurunan aktivitas fotoreduksi Ion Cr(VI). Penurunan efektivitas ini di akibatkan karena semakin banyaknya Remazol YellowFG yang ditambahkan akan mempengaruhi proses penyinaran karena larutan akan menjadi keruh sehingga intensitas cahaya

yang akan digunakan untuk menyinari TiO_2 berkurang. Selain itu dengan semakin banyaknya Remazol YellowFG maka hole yang terbentuk juga semakin banyak. Akibatnya sisi aktif dari TiO_2 yang seharusnya digunakan dalam proses fotoreduksi tertutupi oleh Remazol YellowFG yang menempel pada permukaan TiO_2 .

Hal ini diperkuat oleh penelitian Devina,dkk 2008 bahwa Kenaikan konsentrasi Remazol Yellow menunjukkan bahwa jumlah Remazol Yellow dalam sistem reaksi semakin banyak. Dengan jumlah molekul Remazol Yellow yang semakin banyak, maka semakin banyak juga radikal $\cdot\text{OH}$ yang terikat atau bereaksi dengan Remazol Yellow sehingga penggabungan elektron dan radikal $\cdot\text{OH}$ dapat tercegah secara efektif. Pencegahan yang relatif terhadap rekombinasi elektron dan radikal $\cdot\text{OH}$ ini memungkinkan tersedianya elektron yang diperlukan untuk mereduksi ion Cr(VI) dalam jumlah yang tetap dan relatif banyak. Sehingga fotoreduksi berlangsung efektif. Namun untuk kenaikan konsentrasi Remazol YellowFG yang tinggi, ternyata tidak memberi pengaruh yang signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh jumlah radikal $\cdot\text{OH}$ yang relatif tetap sehingga hampir semua radikal $\cdot\text{OH}$ telah ditangkap Remazol YellowFG.

Dengan adanya pengaruh variasi Remazol YellowFG, maka menunjukkan nilai efektivitas fotodegradasi Remazol YellowFG yang berbeda. Terlihat pada gambar 5 berikut :

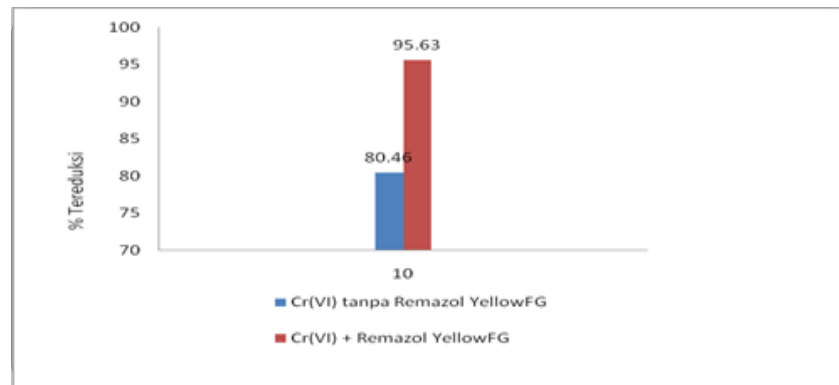


Gambar 5. efektivitas fotodegradasi dengan pengaruh penambahan 5ppm Ion Cr(VI) dengan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV - Vis

Dari gambar 5 diketahui bahwa persentase fotodegradasi pada pengukuran sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis tertinggi terletak pada konsentrasi 15 ppm terjadi peningkatan % degradasi zat warna *Remazol YellowFG* sebesar 93,9%.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa dengan adanya ion Cr(VI) maka kenaikan konsentrasi *Remazol YellowFG* menunjukkan efektivitas fotodegradasi semakin meningkat. Namun nilai fotoreduksi ion Cr(VI) menurun karena kenaikan konsentrasi *Remazol Yellow* pada larutan menjadikan larutan menjadi keruh sehingga intensitas cahaya yang akan digunakan untuk menyinari TiO_2 berkurang. Dan kemungkinan pula bahwa perlakuan zat warna *Remazol Yellow* menggunakan TiO_2 – Karbon Aktif dengan sinar UV mengalami proses kombinasi yaitu adsorpsi dan fotodegradasi (Sunardi, dkk, 2012).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat perbandingan persentase fotoreduksi Cr(VI) sebelum dan sesudah penambahan larutan *Remazol YellowFG* pada table 2 berikut :



Gambar 6. persentase fotoreduksi sebelum dan sesudah penambahan *Remazol YellowFG*

Dari grafik diatas menunjukkan perbandingan persentase fotoreduksi ion Cr(VI) sebelum dan sesudah penambahan larutan *Remazol YellowFG*. Pada

konsentrasi 10ppm ion Cr(VI) terdapat proses fotoreduksi sebesar 80,46%. Namun pada titik 10ppm ion Cr(VI) dengan penambahan larutan Remazol YellowFG menunjukkan persentasi fotoreduksi yang cukup besar dibanding dengan Ion Cr(VI) tanpa penambahan Remazol YellowFG sebesar 95,63%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Imobilisasi TiO₂ kedalam Karbon Aktif telah berhasil dilakukan dengan metode pertukaran ion menggunakan larutan TTiP sebagai sumber ion Ti dan disertai dengan kalsinasi pada suhu 200°C. Semakin lama waktu penyinaran menunjukkan bahwa efektivitas fotoreduksi semakin besar hal ini di tunjukkan dengan hasil fotoreduksi pada waktu penyinaran 24 menunjukkan efektivitas fotoreduksi sebesar 93,40%. Sertapengaruh penambahan variasi Remazol YellowFG menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Remazol YellowFG yang ditambahkan akan semakin rendah efektivitas fotoreduksi Ion Cr(VI).

3 REFERENSI

- Anonim, 1998, *Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup*, No. Kep. 02/KEPMENLH/1998 *Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*, Sekretariat Menteri Negara KLH, Jakarta
- Baker, F.S., Miller, C.E., Repik, A.J and E.D Tollens. 1997. Activated carbon. Encyclopedia of separation technology. John Wiley and Sons, New York.
- Buerge, I.J. and Hug, S.J., 1998, *Environ. Sci. Technol.* 32, 2092-2099
- Catanho, M, 2006, *Avaliacao Dos Tratamentos Eletroquimico E Fotoeletroquimico Na Degradacao De Corantes Texteis*, *Quim.Nova*, Vol.29, No.5
- Chen, D., and Ray, A.K., 2001, Removal of Toxic Metal Ions from Wastewater by Semiconductor Photocatalysis, *J. Chemical Engineering Science*, 56; 1561 – 1570.
- Corrent, S., Cosa, G., Scaiano, J.C., Galletero, M.S., Alvaro, M., Garcia, H.,

1999, *Chem. Mater.*, 13, 715- 722. 3

Dahlan, D., 2009, Elektrodeposisi of Cu₂O particles by Using Electrolyte Solution Containing Glucopone as Surfactant, *Jurnal Ilmiah Fisika (JIF)* ISSN 1979-4657

D.E. Kimbrough, Y. Cohen, A. M. Winer, *Critical Reviews in Environ. Sci. and Technol.* 29 (1999)1.

Endang, Palupi. (2006). Degradasi Methylene Blue Dengan Metode Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO₂., Skripsi , FMIPA IPB, Bogor. 3 , 6